



#4

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 5月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-154160

出 願 人

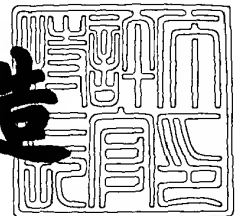
Applicant(s):

日本電気硝子株式会社

2001年 9月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3088065

【書類名】 特許願

【整理番号】 01P00060

【提出日】 平成13年 5月23日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/36

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 日本電気硝子株式会社  
社内

【氏名】 和田 正紀

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 日本電気硝子株式会社  
社内

【氏名】 竹内 宏和

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 日本電気硝子株式会社  
社内

【氏名】 船引 伸夫

【特許出願人】

【識別番号】 000232243

【氏名又は名称】 日本電気硝子株式会社

【代表者】 森 哲次

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-231855

【出願日】 平成12年 7月31日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010559

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特 2 0 0 1 - 1 5 4 1 6 0

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【ブルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ付予備材

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガラスまたは結晶化ガラスからなる長尺の毛細管と、該毛細管の内孔に挿着された光ファイバとを備えており、後に分断され、光コネクタと接続される光デバイスを構成する短尺の光ファイバ付毛細管が複数本得られることを特徴とする光ファイバ付予備材。

【請求項 2】 全長が 2 0 m m 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 3】 長尺の毛細管が、 $7 \times 10^{-6} / \text{K}$  未満の線膨張係数を有するガラスまたは結晶化ガラスからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 4】 長尺の毛細管が、厚さ 1 m m で波長 3 5 0 n m ~ 5 0 0 n m の光を 5 0 % 以上透過するガラスまたは結晶化ガラスからなり、接着剤が紫外線硬化型であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 5】 長尺の毛細管が、質量百分率で  $\text{SiO}_2$  5 5 ~ 7 2 %、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  1 6 ~ 3 0 %、 $\text{Li}_2\text{O}$  1 . 5 ~ 2 . 8 %、 $\text{MgO}$  0 ~ 2 . 5 %、 $\text{TiO}_2$  1 . 3 ~ 5 . 0 %、 $\text{ZrO}_2$  0 ~ 4 %、 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$  2 . 0 ~ 9 %、 $\text{K}_2\text{O}$  2 . 1 ~ 1 0 %、 $\text{ZnO}$  0 ~ 1 0 %、 $\text{BaO}$  0 ~ 6 %、 $\text{CaO}$  0 ~ 4 %、 $\text{B}_2\text{O}_3$  0 ~ 7 %、 $\text{Na}_2\text{O}$  0 ~ 4 %、 $\text{P}_2\text{O}_5$  0 ~ 0 . 9 %、 $\text{As}_2\text{O}_3$  0 ~ 3 %、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$  0 ~ 3 % の組成を有する結晶化ガラスからなり、主結晶として  $\beta$ -スポジューメン固溶体又は  $\beta$ -石英固溶体を 3 0 ~ 7 0 体積% 析出してなることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 6】 長尺の毛細管が、厚さ 1 m m で波長 7 0 0 n m ~ 2 5 0 0 n m の光を 3 0 % 以上透過する結晶化ガラスからなることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 7】 長尺の毛細管が、延伸成形法により作製されてなることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の光ファイバ予備材。

【請求項 8】 長尺の毛細管は、その内孔の端部に光ファイバを案内するフレア部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 9】 長尺の毛細管の表面に圧縮応力層を生じさせて機械強度を強化してなることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 10】 長尺の毛細管の外側形状が多角柱であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 11】 長尺の毛細管の外側形状が円柱状であり、その長手方向に渡るフラット部または溝部が設けられてなることを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【請求項 12】 光デバイス部材が光固定減衰器用部材であり、光ファイバが所定の光減衰率を有することを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載の光ファイバ付予備材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光デバイスの製造に用いられる光ファイバ付予備材に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光通信網の急速な発達により、高性能かつ安価な光デバイスが大量に必要となっている。特に、光ファイバを内蔵したプラグ型の光デバイスやレセプタクル型の光デバイスには、精密な毛細管に光ファイバを挿入して接着剤で固着した円柱状の光デバイス部材が使用される。

【0003】

従来、光ファイバを内蔵した光デバイス、例えば、光固定減衰器を作製する場合、図 3 に示すように、所定の光信号減衰率を有する光ファイバ 1 がセラミック

製毛細管 2 の内孔 2 a に挿入されて接着剤 4 で固着され、両端面 2 b、2 c が凸球面に加工された光固定減衰器用の光デバイス部材 5 が知られている。また、光信号を発光または受光する光デバイスには、図 4 に示すような、光ファイバ 1 が毛細管 3 の内孔 3 a に接着剤 4 で固着され、一端 3 b が凸球面に加工されており、斜めに研磨された他端 3 c 側に半導体レーザ等の発光素子が接続される光デバイス部材 6 などが知られている。

## 【 0 0 0 4 】

図 3 に示すような、光ファイバ 1 を固定した円柱状の光デバイス部材 5 は、光コネクタのプラグと同等の寸法精度を有しており、レセプタクル 7 や割スリーブ等の精密位置合わせ機能を有する部材を備えた光固定減衰器のハウジング 8 内に組み込まれる。そのハウジング 8 内の凸球面加工された光デバイス部材 5 の端面に、破線で示すような、同じく凸球面加工された光コネクタ 9 のプラグ端面が突き合わされ、接続端面の反射光を抑えた P C（物理接触の略称）接続が行われ、光信号の高速伝送を可能とする。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 3、4 に示すような光デバイス部材 5、6 の組立は、光ファイバ 1 よりも僅かに大きい内径の内孔 2 a に接着剤 4 を注入した後、光ファイバ 1 を挿入しながら接着剤 4 を内孔 2 a と光ファイバ 1 の間隙に気泡等が生じないように均一に充填するという困難な作業が要求される。そのため、熟練した労力が必要となり、さらに組み立て能力は人数に比例するのでコスト高になるという問題がある。

## 【 0 0 0 6 】

また、光デバイス部材 5、6 にセラミック製の毛細管を用いてその内孔に石英系の光ファイバ 1 を固着した場合、光ファイバ 1 の線膨張係数は  $5 \times 10^{-7} / K$  であるのに対して、セラミック製の毛細管の線膨張係数は  $1.1 \times 10^{-5} / K$  と約二桁大きく、温度変化により端面 2 b、2 c、3 b、3 c に位置する光ファイバ 1 の端面に突き出し引込み現象が起こる。この現象に伴って光ファイバ 1 と接続される他の光学部品とを伝搬する光信号の強度や位相が変化し、光信号の接続

品位が低下するという問題点がある。

【0007】

また、光デバイス部材5、6にセラミックス製の毛細管を用いた場合、光コネクタとPC接続して使用するために端面を研磨する際、セラミックス製の毛細管の研磨速度が石英ガラスからなる光ファイバ1の研磨速度に比べ遅いので、高価なダイヤモンドフィルムの使用や特殊な砥粒等を含む取り扱いが高度な技術蓄積を要するスラリーの使用が必要である。

【0008】

また、セラミックス製の毛細管は、1000nm以上の光を殆ど透過しないので、1000nm以上の赤外線領域にあるレーザー光線等を利用して光ファイバを挿入固着した光デバイス部材5、6の欠陥検査をすることが不可能である。

【0009】

さらに、セラミックス製の毛細管は、光硬化型の接着剤が一般に硬化する波長が350nm～500nmの光を殆ど透過させない。そのため、紫外線から青色の可視光線に感度を有する光硬化型の接着剤を使用することができないという問題点もある。

【0010】

また、光デバイス5では、光コネクタと接続される側は光コネクタ用のアダプタに挿入されることになるが、このアダプタの中にジルコニア製の割リスリーブが組み込まれている場合、通常のガラス製の光デバイス5を挿入したときに、光デバイス5のガラス表面が傷つき、強度を著しく低下させてしまう恐れがある。

【0011】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みて考案されたもので、十分な機械的強度及び耐摩耗性、光ファイバに近い熱膨張係数、光ファイバに近い研磨特性、赤外線の透過性を持ち、延伸成形方法を利用して安価に製造することができる長尺の毛細管を用いて、光ファイバを安定して正確に保持することが可能であり、信頼性の高い光デバイスを効率よく作製可能な光ファイバ付予備材を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る光ファイバ付予備材は、ガラスまたは結晶化ガラスからなる長尺の毛細管と、該毛細管の内孔に挿着された光ファイバとを備えており、後に分断され、光コネクタと接続される光デバイスを構成する短尺の光ファイバ付毛細管が複数本得られることを特徴とするので、光コネクタと容易に突き合わせ接続が可能な光デバイスを効率よく作製することができる。

【0013】

本発明で、光コネクタと接続される光デバイスを構成する短尺の光ファイバ付毛細管が複数本得られるとは、具体的には、光ファイバ付予備材の長尺の毛細管は、ガラスまたは結晶化ガラスからなり、例えば、光コネクタ用の円柱状フェルールと同等の寸法精度を有する内孔および外周面を備えており、この毛細管の内孔のほぼ全長に亘って接着固定された光ファイバとを備えている。この光ファイバ付の長尺の毛細管は、短尺の光ファイバ付毛細管から作製される略円柱状の光デバイス部材の複数倍以上の全長を有するものである。短尺の光ファイバ付毛細管としては、単一の長さのものを複数本でもよく、数種の長さのものを複数本でもよい。

【0014】

ここで、光コネクタ用の円柱状フェルールと同等の寸法精度の内孔および外周面を備えるとは、同じ断面寸法を有するもの同士を真直度の優れた筒の内部で突き合わせ接続が可能であることを意味すると共に、円錐状の表面で勘合させて位置あわせするバイコニカル型等の特殊形状を有する光コネクタを除くことを意味している。また、毛細管の内孔のほぼ全長に亘って光ファイバが接着固定されいるのは、後に加工されて除去される毛細管の先端部にまで光ファイバが固定されている必要がなく、あるいは後に加工されて除去されるので光ファイバが端面から多少突き出しているても支障がないからである。

【0015】

また、光ファイバ付予備材は、全長が20mm以上であれば、全長10mm未満の光ファイバ付毛細管から作製される光デバイス部材が複数本得られる。また、毛細管の全長が500mm以下であれば接着剤を内孔に容易かつ均一に充填可



能で既存の加熱炉で均一に熱処理ができるので好ましい。

【 0 0 1 6 】

また、光ファイバ付予備材の長尺の毛細管が、 $7 \times 10^{-6}$  / K 未満の線膨張係数を有するガラスまたは結晶化ガラスからなるものであると、気温等の温度変化にともなって保持した石英系の光ファイバと他の光学部品とを伝搬する光信号の強度や位相、さらには偏波状態の変化が生じることがなく、光信号の高い接続品位を保つことが可能となる。

【 0 0 1 7 】

また、光ファイバ付予備材の長尺の毛細管が、厚さ 1 mm で波長 3 5 0 nm ~ 5 0 0 nm の光を 5 0 % 以上透過するガラスまたは結晶化ガラスからなり、接着剤が紫外線硬化型であると、短時間で光ファイバの固着が可能となり、アッセンブリコストを低減することができる。しかし、毛細管の波長 3 5 0 nm ~ 5 0 0 nm の光透過率が 5 0 % 未満であると、接着剤の硬化に長時間を要するので、熱硬化型接着剤に対してメリットとが殆どなくなる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の光ファイバ付予備材に用いる長尺の毛細管が、質量百分率で SiO<sub>2</sub> 55 ~ 72 %、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 16 ~ 30 %、Li<sub>2</sub>O 1.5 ~ 2.8 %、MgO 0 ~ 2.5 %、TiO<sub>2</sub> 1.3 ~ 5.0 %、ZrO<sub>2</sub> 0 ~ 4 %、TiO<sub>2</sub> + ZrO<sub>2</sub> 2.0 ~ 9 %、K<sub>2</sub>O 2.1 ~ 10 %、ZnO 0 ~ 10 %、BaO 0 ~ 6 %、CaO 0 ~ 4 %、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 ~ 7 %、Na<sub>2</sub>O 0 ~ 4 %、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0 ~ 0.9 %、As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 ~ 3 %、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 ~ 3 % の組成を有する結晶化ガラスからなり、主結晶として  $\beta$  - スポジューメン固溶体又は  $\beta$  - 石英固溶体を 30 ~ 70 体積 % 析出してなることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

長尺の毛細管に用いる上記結晶化ガラスの SiO<sub>2</sub> はガラスの主たる構成成分であると共に結晶成分でもあり、その含有量は 55 ~ 72 %、好ましくは 62 ~ 68.5 % である。SiO<sub>2</sub> が 55 % よりも少ないと均一な構造の結晶化ガラスが得られず、72 % よりも多いと結晶化ガラスの軟化点が高くなるとともにガラス溶融時の溶融性が悪くなって不均一状態となるため、部分的に失透し易くなっ

て延伸成形性が著しく低下する。

#### 【 0 0 2 0 】

$Al_2O_3$ も結晶構成成分であり、その含有量は16～30%、好ましくは17～24%である。 $Al_2O_3$ が16%より少ないと結晶が粗大化する。このため延伸成形時の伸びが低下し、また結晶が表面に突き出して失透物の発生要因となる。一方、30%より多くなると延伸成形時に失透が発生しやすくなる。

#### 【 0 0 2 1 】

$Li_2O$ は結晶の構成成分として必須の成分であり、その含有量は1.5～2.8%、好ましくは1.8～2.5%である。 $Li_2O$ が1.5%よりも少ないと均一な結晶化ガラスが得難く、2.8%より多くなると結晶性が強くなり過ぎる。このため析出結晶量が多過ぎてガラス相の割合が不十分になり軟化し難くなったり、延伸成形の過程で結晶化が進行し易く失透性も強くなる。

#### 【 0 0 2 2 】

$K_2O$ は結晶性を制御するための必須成分で、ガラス相の割合と軟化点に重要な影響を及ぼすものであり、その含有量は2.1～10%、好ましくは2.5～7%である。 $K_2O$ が2.1%未満であると結晶性が強くなりすぎてガラス相の割合が不十分になったり、延伸成形時に結晶化が進行し易くなる。また結晶化ガラスの軟化点が高くなる。一方、10%を越えると結晶化ガラスとなり難くなる。

#### 【 0 0 2 3 】

$TiO_2$ は結晶化の際に核形成剤として作用する成分であり、その含有量は1.3～5%、好ましくは1.5～4.5%である。 $TiO_2$ が1.3%より少ないと結晶が粗大化して延伸成形が困難になり、5%より多いと異種結晶が多量に析出して所望の特性が得られなくなる。

#### 【 0 0 2 4 】

$ZrO_2$ は $TiO_2$ と同様に核形成剤として作用する成分であり、その含有量は0～4%、好ましくは0.5～3%である。 $ZrO_2$ が4%より多いとガラスの溶融が困難になるとともに、ガラスの失透性が強くなる。

#### 【 0 0 2 5 】

また、 $\text{TiO}_2$ と $\text{ZrO}_2$ の含量は2～9%、好ましくは3～6%である。両者の含量が2%よりも少ないと緻密な結晶が得難くなり、9%を越えるとガラスが不均一になり易い。

【0026】

$\text{ZnO}$ は結晶化ガラスの軟化点を低下させる成分であり、その含有量は1～10%、好ましくは2～6%である。 $\text{ZnO}$ が1%より少ないと結晶化ガラスの軟化点が高くなり易く、10%より多いと結晶相の安定性が低下する。

【0027】

$\text{MgO}$ は結晶化ガラスの軟化点を低下させるとともに結晶を構成する成分であり、その含有量は0～2.5%、好ましくは0～2%である。 $\text{MgO}$ が2.5%より多いと結晶性が強くなり過ぎると共に、熱膨張係数が大きくなり過ぎる。

【0028】

$\text{CaO}$ は結晶化ガラスの軟化点を低下させる成分であり、その含有量は0～4%、好ましくは0～2%である。 $\text{CaO}$ が4%より多いと異種結晶が多量に析出する。

【0029】

$\text{BaO}$ も結晶化ガラスの軟化点を低下させる成分であり、その含有量は0～6%、好ましくは0～3%である。 $\text{BaO}$ が6%より多いと異種結晶が多量に析出する。

【0030】

$\text{B}_2\text{O}_3$ も結晶化ガラスの軟化点を低下させる成分であり、その含有量は0～7%、好ましくは0～4%である。 $\text{B}_2\text{O}_3$ が7%より多いと異種結晶が多量に析出する。

【0031】

$\text{Na}_2\text{O}$ はガラスの溶融を促進させる成分であり、その含有量は0～4%、好ましくは0～2%である。 $\text{Na}_2\text{O}$ が4%より多いと異種結晶が多量に析出する。

【0032】

$\text{P}_2\text{O}_5$ は結晶を細かくする作用を有し、その含有量は0～0.9%、好ましく

は 0 ~ 0 . 7 % である。  $P_2O_3$  が 0 . 9 % より多くなると失透性が強くなる。

【 0 0 3 3 】

$As_2O_3$  及び  $Sb_2O_3$  は清澄剤としてそれぞれ 3 % まで、好ましくはそれぞれ 1 . 5 % まで含有させることができる。

【 0 0 3 4 】

なおこれ以外にも、含量で 5 % をこえない範囲で  $SnO_2$ 、 $PbO$ 、 $Bi_2O_3$  等を加えることもできる。

【 0 0 3 5 】

上記組成を有する結晶化ガラスは、主結晶として  $\beta$  - 石英固溶体又は  $\beta$  - スポジューメン固溶体を析出してなる低膨張結晶化ガラスである。なお析出結晶はこれら 2 種に限られるものではなく、所望の特性を損なわなければガーナイト等の異種結晶が析出していても差し支えない。

【 0 0 3 6 】

このような組成からなる結晶化ガラスを長尺の毛細管に用いると、延伸成形技術を用いて連続的に毛細管を製造することが可能となるので、光ファイバ付予備材を構成する長尺の毛細管を延伸成形により高精度かつ大量に得ることができる。

【 0 0 3 7 】

また、このような結晶化ガラスからなる長尺の毛細管は、表面に析出した結晶の効果で、光コネクタとして使用した場合でも十分な耐磨耗性を持ち、ジルコニア割リスリーブ付きアダプタに繰り返し挿抜しても、材料特性、光学特性はなんら変化しない。光デバイス 5 のような形態で使用した場合でも同様である。

【 0 0 3 8 】

また、この結晶化ガラスからなる長尺の毛細管は、ジルコニア等のセラミックスと比べ、研磨速度が光ファイバと近く、高価なダイヤモンド研磨フィルムや特殊なスラリーを用いた研磨方法を採用しなくて済むので研磨コストが削減できる。

【 0 0 3 9 】

また、この結晶化ガラスは、厚さ 1 mm で 7 0 0 nm ~ 2 5 0 0 nm の光を 3

0 %以上透過するので、赤外線カメラや赤外線レーザー光等を利用して光ファイバを挿入した光ファイバ付予備材の欠陥を検査をすることができる。特に1300 nm以上の光は、60 %以上透過する。通常光通信用で使用されるレーザーの波長は主に1310 nmと1550 nmである。

#### 【0040】

また、光ファイバ付予備材は、毛細管の内孔の端部に光ファイバを案内するフレア部が形成されていれば、長尺の毛細管の内孔のほぼ全長に亘って長尺の光ファイバを接着剤と共に容易に挿入し、かつ安定した光ファイバの接着固定が可能となる。

#### 【0041】

また、光ファイバ付予備材に用いるガラスまたは結晶化ガラスからなる長尺の毛細管が、その表面に圧縮応力層を生じさせて機械強度を強化してなるものであれば、機械加工により多少のキズ等を有するものであっても、激しい熱ショックがかかった際や取り扱い時に外力がかかった際にも破損が起こらず、欠けることもなく、容易に取り扱うことが可能となる。また、光ファイバ付予備材を用いて作製した光デバイスのジルコニア割リスリーブ付きアダプタへの繰返し挿抜性を向上させることができる。イオン交換処理により毛細管の表面に圧縮応力層を生じさせる場合、使用する毛細管としては、Li、Na等のアルカリ元素のイオンを含有するガラスまたは結晶化ガラスであれば使用可能であり、ガラスとしては比較的靱性の高いホウ珪酸ガラスやリチウム-アルミナーシリケート系の結晶化ガラス等が適している。また、アルカリイオンを適度に含有するガラスまたは結晶化ガラスからなる毛細管は、ガラスのドロー技術を用いて延伸成形により製造することができるので、製造コストを低減することができる。

#### 【0042】

また、毛細管形状が多角柱であれば、その1辺を基準に斜め研磨することで、アセンブリ時に斜めに研磨した方向を容易に確認することができるので、アセンブリが容易になる。多角柱形状の成形は延伸成形のプリフォームをあらかじめ多角形状に加工し、その形を保ったまま成形することもできるし、円柱状の毛細管を延伸成形後に加工しても良い。

【 0 0 4 3 】

毛細管外郭の円周の一部を長手方向に渡ってフラットにすり取るか、あるいは円周の一部に溝加工が長手方向に渡り施した場合でも上記の多角形状の時と同様効果がある。また、延伸成形、後加工のいずれによっても作製できる。

【 0 0 4 4 】

さらに、光ファイバ付予備材は、光デバイス部材が光固定減衰器用部材であり、光ファイバが所定の光減衰率を有するものであれば、光固定減衰器を従来よりも効率よく作製可能となる。

【 0 0 4 5 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明に係る光ファイバ付予備材の一例を示す説明図であって、各図において、1 はコア部に金属元素がドーピングされて単位長さ当たり所定の光減衰率を有する光ファイバを、4 は接着剤を、1 1 はガラスまたは結晶化ガラスからなる毛細管をそれぞれ示しており、前出の図 3、4 と同一部分には同一符号を付してそれぞれ示している。

【 0 0 4 6 】

本発明の光ファイバ付予備材は、図 1 に示すように、呼び直径 D が 1. 2 5 m m の略円柱状の M U 型または L C 型光コネクタ用フェルールと同等の寸法精度の内孔 1 1 a および外周面 1 1 b を備え、全長 L 1、L 2、L 3、L 4 等の光デバイス部材の複数倍以上である、例えば、2 5 0 m m の全長 L を有する毛細管 1 1 と、その毛細管 1 1 の内孔 1 1 a に所定の光減衰率を有する光ファイバ 1 が挿通された状態でエポキシ系の接着剤 4 により接着固定されているものである。

【 0 0 4 7 】

まず、本発明の光ファイバ付予備材に、例えば、表 1 に示す組成を持つ結晶化ガラス製のプリフォームを準備する。続いて、プリフォームを軟化点以上の温度に加熱しながら延伸成形し、長尺の毛細管を連続的に成形し、必要に応じて切断し毛細管 1 1 を得る。

【 0 0 4 8 】

【表 1】

試料		1	2	3	4	5
ガラス組成 (%)	SiO <sub>2</sub>	57.8	66.3	67.4	64.3	65.9
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.6	18.2	16.6	18.0	18.2
	Li <sub>2</sub> O	2.7	2.3	2.3	2.5	2.0
	K <sub>2</sub> O	7.0	3.4	3.5	5.0	3.4
	TiO <sub>2</sub>	2.8	1.8	3.0	3.0	1.5
	ZrO <sub>2</sub>	3.2	1.8	1.8	2.0	1.8
	ZnO	1.0	3.1	2.0	3.1	3.8
	MgO	—	1.0	1.0	1.0	1.5
	CaO	—	—	—	0.4	0.6
	BaO	—	—	—	0.5	1.4
	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	2.0	—	—
	Na <sub>2</sub> O	0.4	—	—	—	—
結晶化条件 (℃)	核形成温度	780	780	780	780	780
	結晶成長温度	1000	1000	980	1050	1000
	主 結 晶	β-石英	β-石英 固溶体	β-石英 固溶体	β-石英 固溶体	β-石英 固溶体

## 【0049】

本発明の光ファイバ付予備材に使用される毛細管 11 としては、前記の組成を持つ結晶化ガラスからなり、イオン交換処理が施されて表面に圧縮応力層が形成されている。毛細管 11 の外径は  $1.249\text{ mm} \pm 0.5\text{ }\mu\text{m}$  の寸法で高い真円度を有しており、図 1 に示すように、内孔 11a は、石英系光ファイバの直径  $125\text{ }\mu\text{m}$  に対して  $126\text{ }\mu\text{m} + 1/-0\text{ }\mu\text{m}$  になっており、かつ同心度が  $1\text{ }\mu\text{m}$  以内であり、端面 11c では光ファイバ 1 の露出面を正確に位置決めして保持できるようになっている。毛細管 11 の端面 11d には、光ファイバ 1 を案内して挿入を容易にする略円錐形状のフレア部 11e が形成されている。

## 【0050】

本発明の他の光ファイバ付予備材に使用される毛細管 11 としては、Na<sub>2</sub>O

を約 5 質量%含有し、膨張係数が  $5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、ビッカース硬度が  $680 \text{ kg} / \text{mm}^2$ 、厚さ  $1 \text{ mm}$  で波長  $350 \text{ nm} \sim 500 \text{ nm}$  の光を 80%以上透過するホウ珪酸ガラスからなり、イオン交換処理が施されて表面に圧縮応力層が形成されている。

#### 【0051】

上記の光ファイバ付予備材を使用して、例えば、光固定減衰器を作製する場合、図 2 に示すように、全長  $250 \text{ mm}$  の光ファイバ付予備材を切断して、例えば、光ファイバ 1 を透過する波長  $1.31 \mu \text{m}$  の光信号が  $10 \text{ dB}$  減衰する全長  $L_1$  が約  $20 \text{ mm}$  の 12 本の光ファイバ付毛細管 12 に分断する。その後、両端面 12 a、12 b に所定形状の面取り 12 c を施した後、凸球面に研磨加工することにより、光デバイス部材 13 を作製する。作製された光デバイス部材 13 は、割スリーブやレセプタクル等の精密位置合わせ機能を有する部材備えたハウジング内に組み込まれて光固定減衰器となる。

#### 【0052】

次に、光ファイバ付予備材を作製する場合の一例を説明する。

#### 【0053】

毛細管 11 を作製する場合、まず、前記表 1 中のいずれかの組成を有する結晶化ガラスからなり、中心に孔を有するプリフォームを作製する。次に、プリフォームを延伸成形装置に取り付けて、成形炉によって加熱し所定の断面寸法・形状に制御しながら内孔を有する長尺毛細管に延伸形成する。成形した毛細管の組成の例を表 1 に示した。延伸形成の後、長さ約  $250 \text{ mm}$  に切断する。

#### 【0054】

次に、イオン交換により強化する場合、約  $250 \text{ mm}$  の毛細管をイオン交換浴槽内の約  $400^\circ \text{C}$  に保持された  $\text{KNO}_3$  の熔融塩中に約 10 時間浸漬する。その後、洗浄により  $\text{KNO}_3$  を除去し、機械強度として 3 点曲げによる抗折強度が未処理のものに比べて 2 倍以上に増加した毛細管を得る。

#### 【0055】

次に、ダイヤモンド砥粒を焼結した先端の角度が約  $90^\circ$  のツールを高速回転させ、毛細管の端面から内孔 11 a を中心に切削加工することにより、略円錐形



状のフレア部 1 1 e を形成して図 1 に示すような毛細管 1 1 を作製する。

【 0 0 5 6 】

または、あらかじめフレア加工を施した短尺の同じ外内径を持つ毛細管を、長尺毛細管の端部に割リスリーブなどを用い正確に同軸に接合させて、フレア部 1 1 e を形成させても良い。

【 0 0 5 7 】

まず、250 mm の毛細管 1 1 の内孔 1 1 a に予め接着剤 4 を毛管現象または真空吸引装置または加圧注入装置を利用して充填した後、フレア部 1 1 e から被覆が除去された光ファイバ 1 を挿入する。この際、光ファイバ 1 を挿入しながら接着剤 4 を内孔 1 1 a と光ファイバ 1 の間隙に気泡等が生じないように均一に充填する。その後、接着剤 4 を硬化させて光ファイバ 1 を毛細管 1 1 に固着する。

【 0 0 5 8 】

また、接着剤 4 が熱硬化性の場合は、所定の温度スケジュールにプログラムされた加熱オーブンに入れて毛細管 1 1 内の接着剤 4 を硬化させる。

【 0 0 5 9 】

次に、ファイバを固着した毛細管 1 1 に波長 1 0 0 0 nm の光を照射し、光の透過率を調べて光ファイバ挿入後の欠陥検査を行う。この検査では光ファイバ 1 と毛細管 1 1 の内孔 1 1 a の間隙における気泡の有無等を容易に調べることができる。

【 0 0 6 0 】

このような結晶化ガラス製の毛細管 1 1 はセラミックス製のものと比較して、研磨性が光ファイバ 1 に近く、アルミナ、酸化クロム、酸化鉄など安価な研磨フィルムを使用して端面を研磨することができる。高価なダイヤモンド研磨フィルムや、取り扱いにくいスラリーを必要としない。光ファイバ 1 を固着した毛細管 1 1 を切断した後、両端面を粗研磨にアルミナ研磨フィルム、球面形成研磨に酸化クロム研磨フィルム、仕上げ研磨に酸化鉄研磨フィルムを使用して研磨し、低反射な研磨端面を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

また、この結晶化ガラス製の毛細管 1 1 は、表面に析出した結晶の効果で、光

コネクタとして使用した場合でも十分な耐磨耗性を持ち、ジルコニア割リスリーブ付きアダプタに繰り返し 5 0 0 回挿抜しても、材料特性、光学特性はなんら変化しない。光デバイス 5 のような形態で使用した場合でも同様である。ちなみにガラス製の場合では 1 0 回程度の挿抜で傷がつき材料強度、光学特性ともに劣化する。

#### 【 0 0 6 2 】

なお、上記実施の形態では、光ファイバ付予備材の毛細管は直管であるが、予め光デバイス部材が作製可能な所定の長さピッチで外周に環状 V 溝を設けておいてもよく、その状態で圧縮応力層を形成することにより強化したものを使用してもよい。また、光ファイバ付予備材の直径は、1. 2 5 m m 以外の 2. 5 m m 等でもよい。

#### 【 0 0 6 3 】

光ファイバ 1 を固着する際、厚さ 1 m m で波長 3 5 0 n m ~ 5 0 0 n m の光を 8 0 % 以上透過するホウ珪酸ガラスからなる毛細管 1 1 であると、紫外線から青色の可視光線の光に対して感度を有する光硬化型の接着剤 4 が使用できるので、3 5 0 n m の紫外光を当てることにより数十秒という短時間で光ファイバ 1 の固着が可能である。

#### 【 0 0 6 4 】

また、長尺の毛細管 1 1 の外側形状が四角形、六角形等の多角柱である光ファイバ付予備材であれば、毛細管形状が多角柱その 1 辺を基準に斜め研磨することで、アセンブリ時に斜めに研磨した方向を容易に確認することができるので、アセンブリが容易になる。多角柱形状の成形は延伸成形のプリフォームをあらかじめ多角形状に加工し、その形を保ったまま成形することもできるし、延伸成形後の円柱状の毛細管を多角柱に加工してもよい。

#### 【 0 0 6 5 】

さらに、長尺の毛細管 1 1 の外側形状が円柱状であり、その長手方向に渡るフラット部または溝部が設けられている光ファイバ付予備材であれば、毛細管 1 1 外周の一部を長手方向に渡ってフラットにすり取るか、または外周の一部に溝加工を施した場合、上記多角形状の時と同様の効果がある。また、延伸成形、後加

工のいずれによっても作製することができる。

【 0 0 6 6 】

【発明の効果】

本発明の光ファイバ付予備材は、以上のように機能性を有する光ファイバ等を光コネクタと突き合わせ接続可能な位置に正確かつ安定して位置決めすることが可能であり、容易に取り扱うことができ、光ファイバを用いた信頼性の高い光デバイスの作製を効率よく行うことができる実用上優れた効果を奏するものである。

【 0 0 6 7 】

本発明の光ファイバ付予備材は、この上記組成を有する結晶化ガラスからなり、延伸成形技術を用いて連続的に毛細管を製造することが可能なので、十分な機械的強度及び耐摩耗性、光ファイバに近い熱膨張係数、光ファイバに近い研磨特性、赤外線透過性を有し、光コネクタと接続される光デバイスを構成する短尺の光ファイバ付毛細管を安価に製造することができる。

【 0 0 6 8 】

また、本発明の光ファイバ付予備材は、この結晶化ガラスは厚さ 1 mm で 7 0 0 nm ~ 2 5 0 0 nm の光を 3 0 % 以上透過するので赤外線カメラや赤外線レーザ等を利用してファイバ挿入後の欠陥検査をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の光ファイバ付予備材の断面図。

【図 2】

本発明の光ファイバ付予備材を用いて光固定減衰器を作製する際の説明図であり、(A) は光ファイバ付予備材から所定長さに切断された光ファイバ付毛細管の説明図、(B) は端面を面取り加工された光ファイバ付毛細管の説明図、(C) は光デバイス部材の説明図。

【図 3】

光固定減衰器に使用される光デバイス部材の説明図であって、(A) は光デバイス部材の説明図、(B) は光デバイス部材を組み込んだ光固定減衰器の端面の

図、(C) は (B) の Y-Y 断面図。

【図 4】

他の光デバイス部材の説明図。

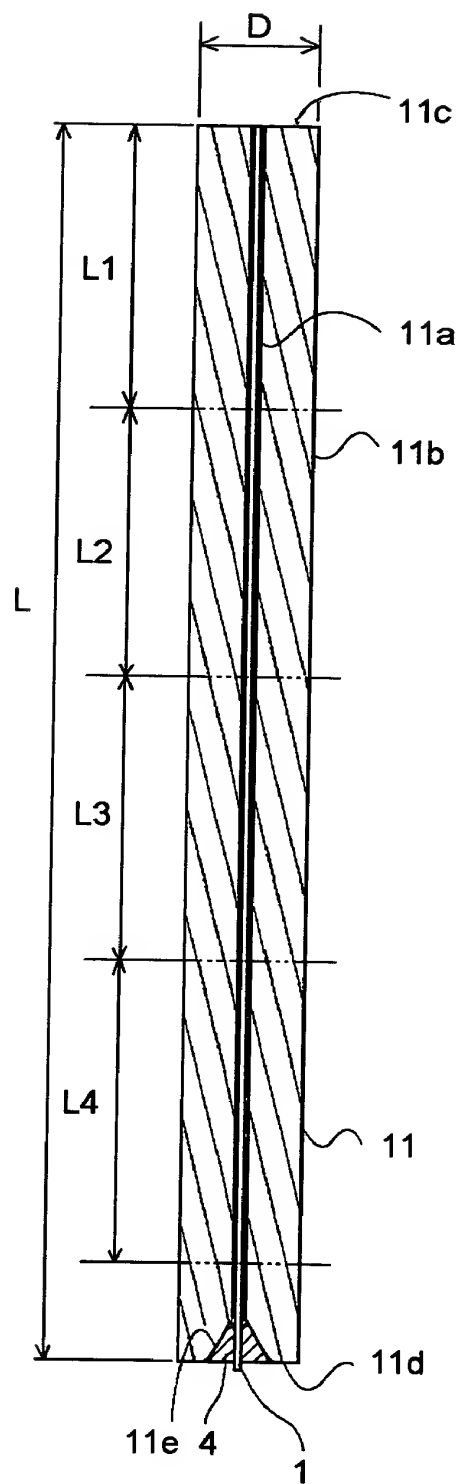
【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 2、3、11 毛細管
- 2a、3a、11a 内孔
- 4 接着剤
- 5、6、13 光デバイス部材
- 11b 外周面
- 11c、11d 端面
- 11e フレア部
- 12 光ファイバ付毛細管

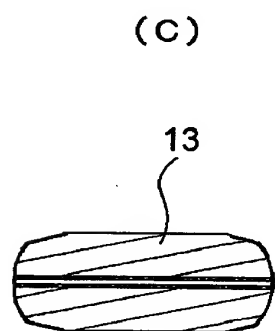
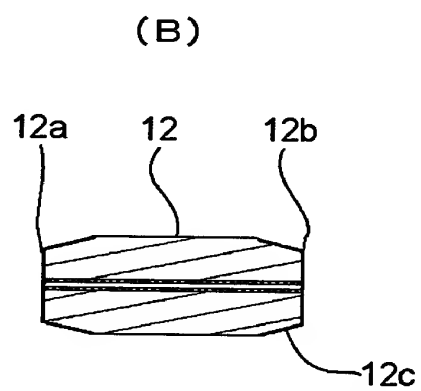
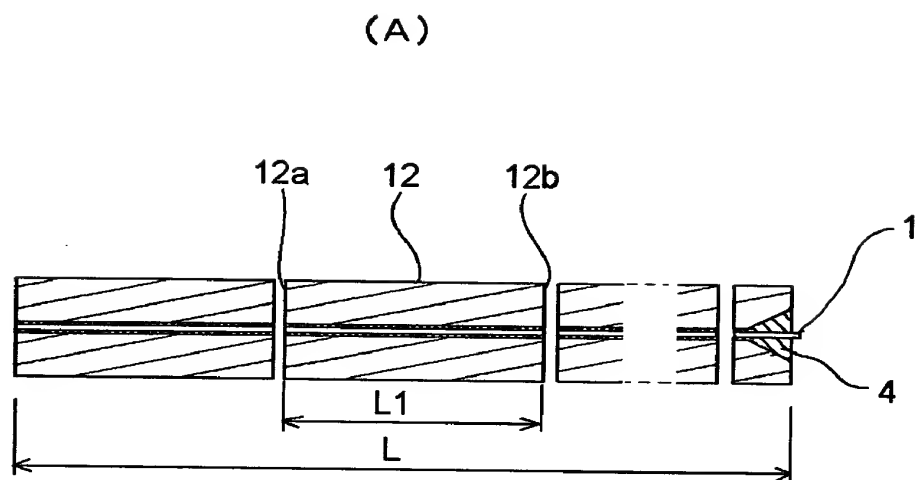
【書類名】

図面

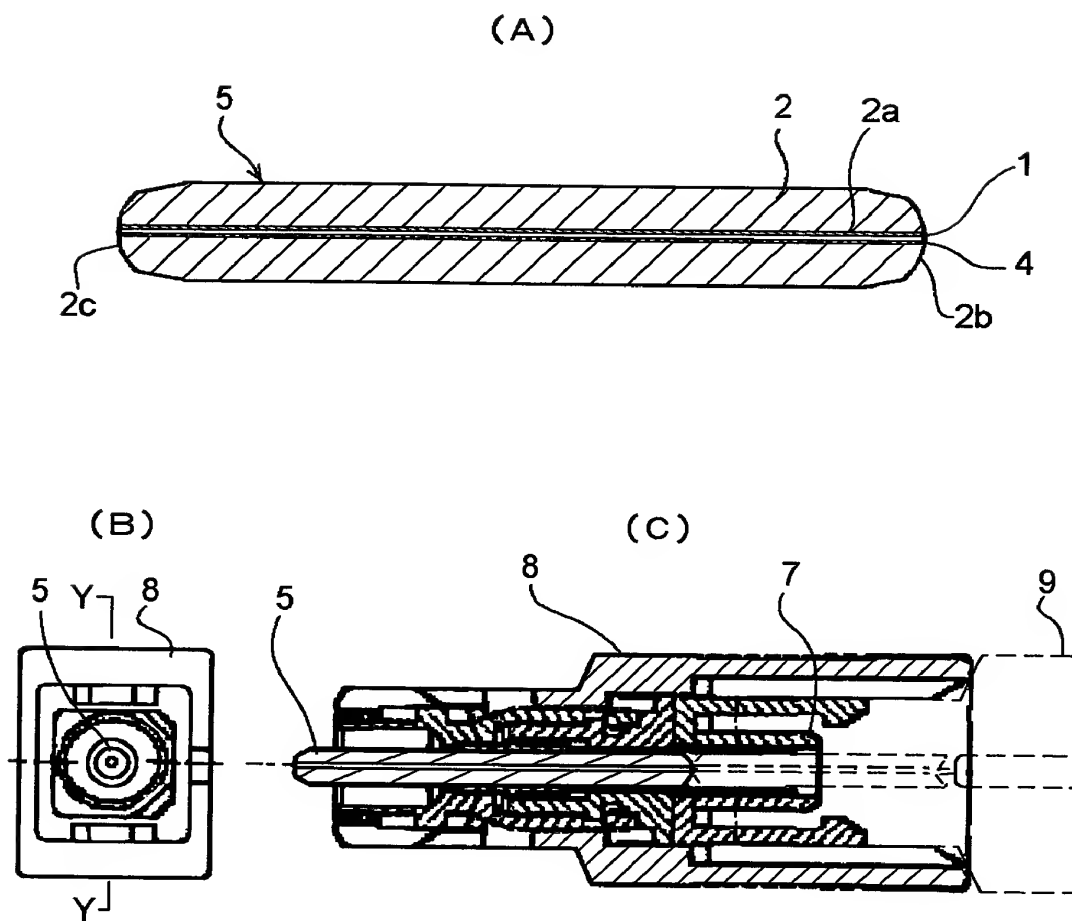
【図1】



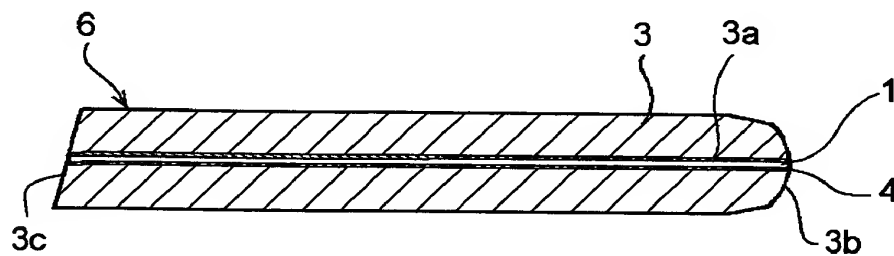
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】                      光ファイバを安定して正確に保持することが可能であり、信頼性の高い光デバイスを効率よく作製可能な光ファイバ付予備材を提供することを目的とする。

【解決手段】                      本発明の光ファイバ付予備材は、ガラスまたは結晶化ガラスからなる長尺の毛細管 1 1 と、毛細管 1 1 の内孔 1 1 a に挿着された光ファイバ 1 とを備えており、後に分断され、光コネクタと接続される光デバイスを構成する短尺の光ファイバ付毛細管が複数本得られることを特徴とする。

【選択図】                      図 1



特 2001-154160

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000232243]

1. 変更年月日 1990年 8月18日

[変更理由] 新規登録

住 所 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号

氏 名 日本電気硝子株式会社